

PERANCANGAN ROBOT PENGIKUT GARIS BERBASIS *MICROCONTROLLER*

Steef Turangan¹⁾, Jotje Rantung²⁾, Markus Karamoy Umboh³⁾
^{1,2,3)} Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi

ABSTRAK

Saat ini perkembangan teknologi robot berkembang dengan pesat yang dimanfaatkan dan dikembangkan untuk membantu manusia dalam mengerjakan berbagai hal secara lebih mudah dan efisien. Salah satu aplikasinya adalah penggunaan robot pengikut garis sebagai alat transportasi di bidang industri.

Tujuan tugas akhir ini adalah mengetahui prinsip kerja dan keandalan robot pengikut garis dengan komponen-komponen utamanya adalah catu daya, sensor, *microcontroller*, dan *driver* motor. Metodologi penelitian yang digunakan adalah merancang dan membuat robot pengikut garis serta melakukan pengujian langsung keandalannya pada lintasan yang berbentuk “3” sepanjang 6,5 m.

Hasil yang diperoleh menunjukkan tahap perakitan robot pengikut garis terdiri dari pemasangan setiap rangkaian dan pemasangan sistem penggerak pada rangka robot. Hasil pengujian menunjukkan robot pengikut garis tersebut mampu melewati lintasan dengan baik dimana kecepatan rata-ratanya adalah 0,22 m/detik.

Kata Kunci : Perancangan, Robot Pengikut Garis, *Microcontroller*.

ABSTRACT

Currently the development of robot technology is growing rapidly. The technology is utilized and developed to assist people in doing their activities more easily and efficiently. One application of the robotic technology is the line follower robot that is widely used in transportation in industrial field.

The purpose of this thesis was to determine the working principle and reliability of the line follower robot with its main components that are power supply, sensors, microcontrollers, and motor drivers. The methodology of the research is to design and to assemble a line follower robot and perform direct testing of the reliability on the 6,5m “3” - shaped tracked.

The results show that the stages of the assembling of the line follower robot consist of the installation of each circuit and the installation of the drive system in robot frame. The test results show that the line follower robot is able to pass through the track well with average speed of 0,22 m/sec.

Keywords : Design, Line Follower Robot, *Microcontroller*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi berkembang sangat pesat pada kehidupan manusia di era modern ini, khususnya pada bidang mekatronika. Hal ini ditandai dengan adanya berbagai peralatan yang diciptakan dan dapat dioperasikan serta digunakan secara otomatis. Robot adalah manipulator multifungsi yang dirancang dan diprogram untuk memindahkan material, komponen, alat atau benda tertentu lainnya melalui serangkaian gerakan terprogram guna melaksanakan berbagai tugas. (*Robot Institute of America*, 2015).

Robot pengikut garis adalah sebuah susunan benda serta rangkaian komponen, dimana robot tersebut dirancang untuk bergerak secara otomatis mengikuti sebuah alur garis yang dibuat. Robot pengikut garis ini memiliki jenis dan bentuk serta memiliki beberapa sistem penggerak dan pengendali sebagai pengatur kinerja yang beraneka-ragam sesuai dengan kreativitas pembuatnya.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana prinsip kerja dan keandalan robot pengikut garis yang telah dibuat?

1.3 Batasan Masalah

1. Robot pengikut garis ini terdiri dari rangkaian sensor, regulator, *microcontroller*, *driver* motor

dan motor.

2. Sensor yang digunakan berjumlah 4 buah.
3. *Microcontroller* yang digunakan adalah *microcontroller* ATmega 16
4. Perangkat lunak yang digunakan untuk pemrograman adalah CodeVisionAVR.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui prinsip kerja dan keandalan pada robot pengikut garis yang dibuat

1.5 Manfaat Penelitian

1. Mengetahui bagaimana cara membuat rangkaian robot pengikut garis.
2. Pengaplikasian di dunia nyata untuk keperluan sehari-hari.
3. Penulis dan pembaca dapat mengetahui dan memahami sistem dan cara kerja robot pengikut garis dengan segala kendalanya.

II. LANDASAN TEORI

Terdapat berbagai macam komponen yang menyusun pada robot pengikut garis, antara lain:

2.1 Diode

Diode adalah komponen aktif semikonduktor yang terdiri dari persambungan (*junction*) P-N. Sifat dioda yaitu dapat menghantarkan arus pada tegangan maju dan menghambat

arus pada tegangan balik. Diode berasal dari pendekatan kata dua elektrode, yaitu anode dan katode.

2.2 IC LM339

IC LM339 merupakan IC *operational amplifier*, IC ini mempunyai 4 buah Op-Amp yang berfungsi sebagai komparator atau pembanding. IC LM339 mempunyai tegangan kerja antara +2 volt sampai +36 volt untuk +Vcc dan -2 volt sampai -36 volt untuk -Vcc

2.3 IC Regulator 3 Kaki 78xx dan 79xx

Ada 2 jenis IC regulator 3 kaki yang tersedia pada serial ini yaitu versi 78xx dan 79xx. Keduanya dapat memberikan masukan arus DC *output* hingga maksimal 1 ampere. Versi 78xx bekerja dengan *input* tegangan (+) dan *output*nya juga berupa tegangan (+), sedangkan yang versi 79xx sebaliknya, yaitu bekerja dengan *input* (-) dan *output*nya juga (-). Kode xx menunjukkan besarnya tegangan *output* pada IC regulator ini.

2.5 Motor DC

Motor DC alat yang mengubah energi listrik DC menjadi energi mekanik putaran.

2.6 Baterai

Baterai adalah sebuah alat yang dapat merubah energi kimia yang disimpannya menjadi energi listrik yang dapat digunakan oleh suatu perangkat elektronik. Setiap baterai terdiri dari

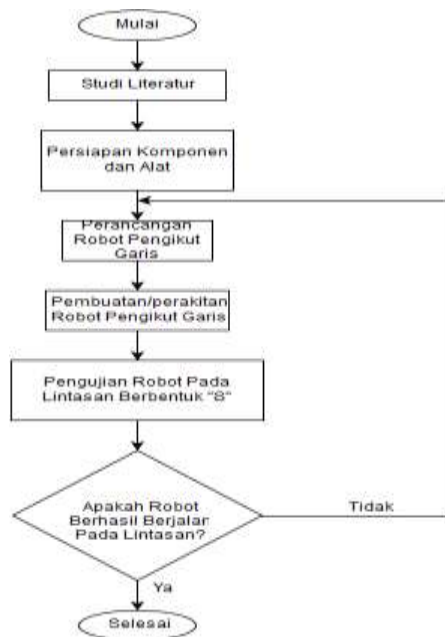
terminal positif (katode) dan terminal negatif (anode) serta elektrolit yang berfungsi sebagai penghantar.

2.7 AVR (Alfand Vegard's Risc processor)

Atmel AVR adalah jenis *microcontroller* yang paling sering dipakai dalam bidang elektronika dan instrumentasi. *Microcontroller* AVR ini memiliki arsitektur RISC (*reduce instruction set computing*) delapan bit, di mana merupakan teknologi kombinasi antara perangkat keras dan perangkat lunak pada *microcontroller* yang bertujuan untuk mempercepat *microcontroller* dalam melaksanakan suatu instruksi. Dalam RISC, suatu instruksi dibuat sederhana agar CPU dalam *microcontroller* dapat melaksanakan instruksi tersebut hanya dengan 1 *clock* oscillator, yang berarti lebih cepat dan lebih efisien dibandingkan teknologi pendahulunya **CISC** (*complex instruction set computer*).

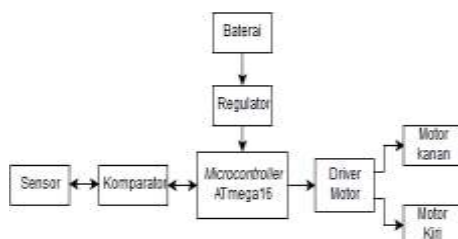
III. METODOLOGI PENELITIAN

Agar penulisan ini dapat dilaksanakan secara sistematis dan teratur, maka dilakukan tahap-tahap seperti pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

Robot pengikut garis yang dirancang ini bekerja pada saat sensor membaca garis dan mengirim signal ke komparator sebagai pembanding dan diterima oleh *microcontroller* yang akan memproses data yang diterima lalu dikirimkan ke *driver* motor yang nantinya akan menggerakkan motor kanan dan motor kiri sesuai data yang diterima dari *microcontroller*. Seperti terlihat pada gambar 3.2 Diagram blok perancangan robot pengikut garis berbasis *microcontroller*.

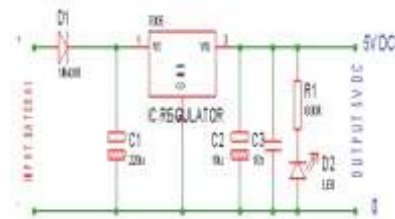


Gambar 3.2 Diagram blok perancangan robot pengikut garis berbasis *microcontroller*

3.1 Perancangan Perangkat Keras

3.1.1 Rangkaian Regulator

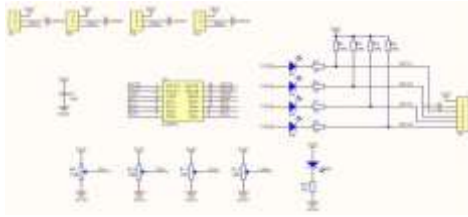
Rangkaian regulator seperti pada gambar 3.3 berfungsi sebagai filter tegangan agar sesuai yang diinginkan dan *output* tegangannya stabil dalam hal ini *output*nya 5 volt.



Gambar 3.3 Rangkaian regulator

3.1.2 Rangkaian Sensor Garis dan Komparator

Dalam rangkaian pada gambar 3.4 ini digunakan pasangan LED beserta fotodiode sebagai pemancar dan penerima. IC Lm 339 sebagai komparator yang akan membandingkan *input* yang masuk dari sensor. Jika fotodiode tidak terkena cahaya, maka nilai resistansinya akan besar atau dapat diasumsikan menjadi tak hingga. Sehingga arus yang mengalir pada komparator sangat kecil. Jika fotodiode terkena cahaya, maka fotodiode akan bersifat sebagai sumber tegangan dan nilai resistansinya akan menjadi kecil, sehingga akan ada arus yang mengalir ke komparator.

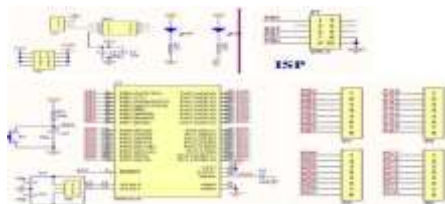


Gambar 3.4 Rangkaian sensor garis dan komparator

3.1.3 Rangkaian Microcontroller

Pada gambar 3.5 IC *microcontroller* yang digunakan adalah IC ATmega16. *Microcontroller* berfungsi untuk olah data yang telah diprogram agar robot pengikut garis dapat berjalan sesuai dengan yang diinginkan. Papan *microcontroller* ATmega16 diberi tegangan 5 VDC yang diambil dari regulator.

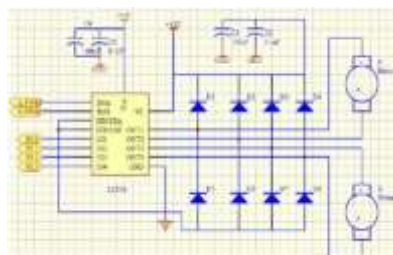
Gambar 3.5 Rangkaian *microcontroller*



3.1.4 Rangkaian Driver Motor

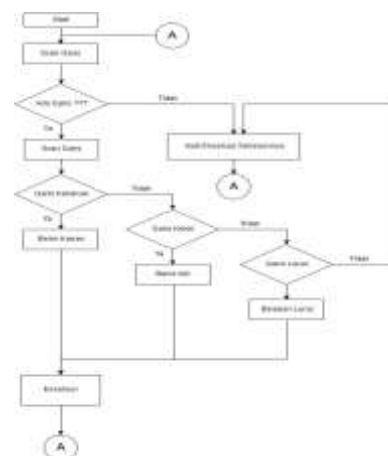
Driver motor berfungsi sebagai perangkat yang bertugas untuk menjalankan motor baik mengatur arah putaran tiap motor maupun kecepatan putar tiap motor. Rangkaian dapat dilihat pada gambar 3.6.

Gambar 3.6 Rangkaian *driver* motor



3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Saat tombol start ditekan, robot akan membaca garis putih untuk dilewati. Jika tidak ada garis putih robot tidak akan berjalan dan kembali ke fungsi awal yaitu membaca garis putih. Saat robot membaca garis putih robot akan berjalan mengikuti garis. Jika garis kearah kanan maka robot akan belok ke kanan. Jika tidak belok ke kanan, ada dua kemungkinan, yaitu robot membaca garis ke kiri atau lurus. Saat robot membaca garis ke kiri, robot akan belok ke arah kiri dan jika tidak belok kiri, berarti robot membaca garis lurus dan dieksekusi berjalan lurus. Saat robot tidak membaca garis ke kanan, ke kiri, atau garis lurus, robot akan berhenti karena tidak membaca garis apa-apa dan robot akan kembali ke fungsi awal, yaitu berjalan saat ada garis putih. Seperti pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Flowchart sistem robot pengikut garis

IV. Pengujian dan Pembahasan

4.1 Proses Perakitan

4.1.1 Persiapan Papan Sistem

Minimum *Microcontroller* ATmega16

4.1.2 Pemasangan Wheel Guide

Pemasangan *wheel guide* pada sasis bawah terdapat di bagian belakang sasis robot, seperti terlihat pada gambar



4.2.

Gambar 4.2 Pemasangan *wheel guide* pada sasis bawah robot

4.1.3 Pemasangan Motor DC

Pemasangan motor DC pada sasis bawah terdapat di bagian depan sebelah kanan dan kiri sasis robot, seperti terlihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Pemasangan motor kanan dan kiri

4.1.4 Pemasangan Roda

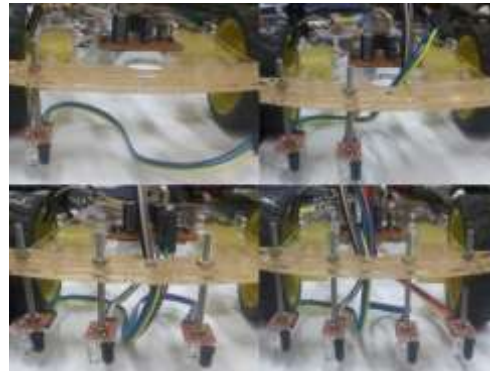
Pemasangan roda pada motor DC dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Pemasangan roda pada motor DC

4.1.5 Pemasangan Sensor

Pemasangan sensor pada sasis bawah terdapat di bagian paling depan sasis robot, seperti terlihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Pemasangan Sensor

4.1.6 Pemasangan Saklar

Saklar dipasang pada sasis bawah robot di bagian tengah dan menghadap kebawah agar mudah saat akan dinyalakan, seperti pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Pemasangan saklar

4.1.7 Pemasangan Regulator

Gambar 4.10 Pemasangan regulator

Seperti pada gambar 4.10 Regulator dipasang pada sasis bawah robot dekat dengan saklar karena regulator yang akan mengalirkan daya ke rangkaian yang memerlukan sumber daya.



4.1.8 Pemasangan Papan Komparator

Papan komparator dipasang pada sasis atas robot bagian depan seperti yang terlihat pada gambar 4.12



Gambar 4.12 Papan komparator terpasang pada sasis atas robot

4.1.9 Pemasangan Papan Sistem Minimum ATmega16

Papan sistem minimum ATmega16 dipasang pada sasis atas bagian tengah robot agar memudahkan dalam pemasangan kabel ke setiap rangkaian, seperti yang terlihat pada gambar 4.13.



Gambar 4.13 Papan sistem minimum ATmega16 terpasang pada sasis atas robot

4.1.10 Penggabungan Sasis Bawah dan Sasis Atas Robot

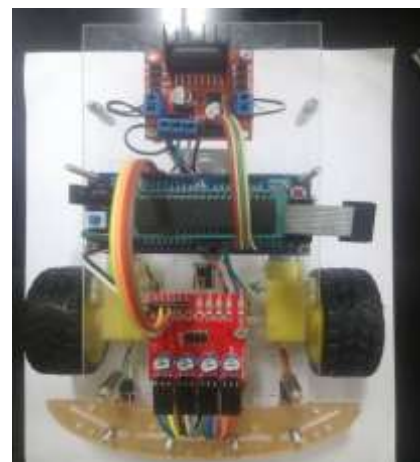
Setelah menyelesaikan beberapa tahap sebelumnya, maka tahap selanjutnya adalah penggabungan sasis bawah robot dengan sasis atas robot. Lihat gambar 4.14



Gambar 4.14 Sasis bawah (a) dan sasis atas (b) robot setelah digabungkan (c)

4.1.11 Penyelesaian

Pada tahap ini semua rangkaian yang ada akan dihubungkan dengan kabel ke setiap rangkaiannya, seperti terlihat pada gambar 4.15.



Gambar 4.15 Robot setelah terhubung setiap rangkaiannya

4.2 Pengujian Catu Daya Baterai

Catu daya ini berfungsi untuk mensuplai tegangan ke seluruh

rangkaian. Rangkaian catu daya ini terdiri dari 3 buah baterai Lithium Ion 3,7 volt yang dirangkai seri. Pengujian pada bagian rangkaian catu daya ini dapat dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran dari rangkaian ini dengan menggunakan multimeter. Lihat tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil pengukuran tegangan pada catu daya

Switch Tegangan	OFF	ON
	1	0.46 V 13.67 V

Pengukuran dilakukan dengan dua keadaan yaitu pada saat saklar posisi off dan pada saat saklar posisi on pada robot pengikut garis. Probe merah dihubungkan pada kutub positif dan probe hitam dihubungkan dengan kutub negatif baterai.

4.3 Pengujian Sensor Garis

Garis yang digunakan adalah garis berwarna putih dan lantainya berwarna hitam, dengan demikian ketika sensor mengenai garis putih, maka pantulan dari LED akan mengenai fotodiode. Sedangkan jika sensor mengenai lantai hitam maka pancaran sinar LED lebih banyak yang diserap oleh lantai berwarna hitam, sehingga pantulannya menjadi lemah dan tidak mengenai fotodiode. Prinsip kerja sensor

sederhana, yaitu memanfaatkan sifat cahaya yang akan dipantulkan jika mengenai benda berwarna terang dan akan diserap jika mengenai benda berwarna gelap. Perbedaan intensitas dari pantulan inilah yang digunakan untuk mendeteksi garis. Sensor ini dikatakan baik apabila ketika fotodiode terkena cahaya LED, kemudian LED indikator akan menyala. Karena sensor garis berfungsi untuk mendeteksi garis, maka sensor ini diletakkan menghadap ke bawah dengan jarak sedekat mungkin dengan lantai.

Tabel 4.2. Pengukuran tegangan *input* sensor saat tidak mendeteksi garis putih

Sensor Tegangan	1	2	3	4
	1	2	3	4
1	1.60 V	2.30 V	2.74 V	2.16 V
2	1.55 V	2.301 V	2.63 V	2.14 V
3	1.47 V	2.303 V	2.25 V	2.13 V

Tabel 4.3 Pengukuran tegangan *input* sensor saat mendeteksi garis putih

Sensor Tegangan	1	2	3	4
	1	2	3	4
1	0.1 V	0.79 V	0.93 V	0 V
2	0.1 V	0.78 V	0.33 V	0.37 V
3	0.8 V	0.53 V	0.63 V	0.3 V

Pengukuran dilakukan dengan probe merah dihubungkan dengan kutub

IN tiap sensor dan probe hitam dihubungkan dengan kutub GND tiap sensor. Saat tidak mendeteksi garis tegangan input sensor akan tinggi nilainya dibandingkan saat mendeteksi garis.

Tabel 4.4. Pengukuran tegangan *output* sensor saat tidak mendeteksi garis putih

Sensor \ Tegangan	1	2	3	4
1	04.24 V	04.29 V	04.25 V	04.3 V
2	04.14 V	04.11 V	04.09 V	04.08 V
3	04.07 V	04.05 V	04.04 V	03.97 V

Tabel 4.5. Pengukuran tegangan *output* sensor saat mendeteksi garis putih

Sensor \ Tegangan	1	2	3	4
1	0.0777 V	0.0445 V	0.0451 V	0.0426 V
2	0.0755 V	0.0500 V	0.0445 V	0.0477 V
3	0.0904 V	0.0510 V	0.0509 V	0.0481 V

Pengukuran dilakukan dengan probe merah dihubungkan dengan kutub IN tiap sensor dan probe hitam dihubungkan dengan kutub resistor tiap sensor. Saat tidak mendeteksi garis tegangan *input* sensor akan tinggi

nilainya dibandingkan saat mendeteksi garis.

4.4 Pengukuran Tegangan Motor

Pengujian tegangan motor dilakukan dengan cara mengukur tegangan motor kanan dan motor kiri sesuai dengan nilai PWM yang telah ditentukan seperti yang terlihat pada tabel di bawah ini

Tabel 4.6. Pengukuran tegangan motor

		0		50		100	
		kanan	kiri	kanan	kiri	kanan	kiri
		0.0009 V	0.0025 V	2.54 V	2.54 V	4.51 V	4.51 V
1	2	0.0008 V	0.0025 V	2.54 V	2.54 V	4.49 V	4.49 V
2	3	0.0008 V	0.0025 V	2.54 V	2.5 V	4.49 V	4.51 V

Tabel 4.6. Pengukuran tegangan motor (lanjutan)

		150		200		250	
		kanan	kiri	kanan	kiri	kanan	kiri
		6.49 V	6.49 V	8.56 V	8.56 V	10.63 V	10.63 V
1	2	6.41 V	6.41 V	8.50 V	8.50 V	10.41 V	10.41 V
2	3	6.42 V	6.42 V	8.51 V	8.51 V	10.58 V	10.58 V

Tabel 4.6. Pengukuran tegangan motor
(lanjutan)

PWM Tegangan Motor	255	
	kanan	kiri
1	10.75 V	10.78 V
2	10.69 V	10.65 V
3	10.81 V	10.78 V

4.5 Pengujian Robot Pengikut Garis

Pengujian robot pengikut garis dilakukan dengan menggunakan lintasan berupa garis putih yang berada di atas lantai berwarna hitam dengan ketebalan garis sebesar 3cm yang berbentuk “8” dengan panjang lintasan 6,5m. Pencatatan waktu saat robot mengitari lintasan dengan cara manual yaitu menentukan posisi garis mulai pada lintasan terlebih dahulu, lalu posisikan robot pada garis mulai dan nyalakan robot bersamaan dengan menekan tombol mulai pada *stopwatch*.

Tabel 4.7 Catatan waktu robot pengikut garis tiap putaran

Putaran	Waktu (detik)
1	00:00:30.110
2	00:00:28.040
3	00:00:29.610
4	00:00:29.920
5	00:00:29.020
6	00:00:30.350
7	00:00:30.280
8	00:00:29.230
9	00:00:28.270
10	00:00:31.600

Dari tabel diatas didapat hasil catatan waktu dari robot pengikut garis mengitari litasan dalam sepuluh putaran. Berdasarkan catatan waktu pada tabel 4.7 maka didapat waktu rata-rata dan kecepatan rata-rata robot saat mengitari lintasan.

Berikut ini adalah cara mencari waktu rata-rata dan kecepatan rata-rata:

Waktu rata – rata

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Jumlah waktu tempuh}}{\text{Jumlah putaran}} \\
 &= \frac{296,43 \text{ detik}}{10} \\
 &= 29,64 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\text{Kecepatan rata - rata} \\
&= \frac{\text{Panjang lintasan}}{\text{Waktu rata - rata}} \\
&= \frac{6,5 \text{ meter}}{29,64 \text{ detik}} \\
&= 0,22 \text{ meter/detik}
\end{aligned}$$

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Robot pengikut garis berhasil dibuat dengan komponen utama catu daya, sensor, *microcontroller*, *driver* motor.
2. Tahapan perakitan robot pengikut garis terdiri dari:
 1. Penyiapan papan sistem minimum *microcontroller* ATmega16.
 2. Pemasangan *wheel guide*.
 3. Pemasangan motor DC.
 4. Pemasangan roda.
 5. Pemasangan sensor.
 6. Pemasangan saklar.
 7. Pemasangan regulator.
 8. Pemasangan papan komparator.
 9. Pemasangan papan sistem minimum ATmega16.
 10. Penggabungan sasis bawah dan sasis atas robot.
 11. Penyelesaian.
3. Robot pengikut garis dapat mengikuti lintasan berbentuk “8” sepanjang 6,5 m yang telah dibuat.

4. Waktu tempuh rata-rata robot pengikut garis adalah 29,64 detik sehingga kecepatan rata-rata robot pengikut garis saat mengitari lintasan adalah 0,22 meter/detik.

5.2 Saran

1. Menggunakan sensor garis lebih dari 4 buah agar dalam pembacaan garis lebih efektif.
2. Persiapkan baterai lebih dari satu karena waktu dalam pengisian baterai lumayan lama.
3. Diperlukan pengaturan jarak yang tepat antara sensor dengan lantai dan jarak tiap sensor sesuai dengan lebar garis.
4. Robot pengikut garis dapat dikembangkan dalam dunia industri untuk membantu kegiatan dalam proses produksi misalnya dapat diprogram untuk berhenti pada bagian lintasan tertentu dengan warna tertentu dan dengan gerakan robot tertentu.
5. Kepekaan sensor dan pengaruh cahaya dari luar sangat mempengaruhi gerak robot dalam membaca garis putih pada lintasan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budiharto Widodo Dr, 2014, Robotika Modern (Teori dan Implementasi)
- [2] Fahmizal. *Membuat Robot Line Follower Analog*.

<https://fahmizaleeits.wordpress.com/2010/04/11/cara-membuat-robot-line-follower-analog/>

21 Oktober 2015

[3] John J. Craig, 2005, Introduction to Robotics, Mechanics and Control, Third

Edition, Pearson Education International, Prentice Hall.

[4] Malvino, Albert. Paul. (1996). Prinsip-prinsip Elektronika, Jakarta: Penerbit Erlangga

[5] Pitowarno, E. 2006. Robotika : Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan. Yogyakarta : ANDI

[6] Putro, M.D. S.T. 2010. Rancang Bangun Robot Cerdas Semut Menggunakan Mikrokontroler AVR ATmega16 Untuk Menentukan Lintasan Terpendek. Skripsi Program S1 Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi. Manado.